

(2) 15

Corresponds to US 5,999,755

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-83134

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 G 21/00	5 1 0		G 0 3 G 21/00	5 1 0
B 4 1 J 11/42			B 4 1 J 11/42	J
29/46			29/46	A
B 6 5 H 43/00			B 6 5 H 43/00	
G 0 3 G 15/00	5 1 0		G 0 3 G 15/00	5 1 0

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平9-130790

(22) 出願日 平成 9 年(1997) 5 月21日

(31) 優先権主張番号 特願平8-126160

(32) 優先日 平 8 (1996) 5 月21日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006150

三田工業株式会社

大阪府大阪市中央区玉造 1 丁目 2 番28号

(72) 発明者 下村 芳樹

大阪府大阪市中央区玉造 1 丁目 2 番28号

三田工業株式会社内

(72) 発明者 谷川 貞夫

大阪府大阪市中央区玉造 1 丁目 2 番28号

三田工業株式会社内

(72) 発明者 小川 和博

大阪府大阪市中央区玉造 1 丁目 2 番28号

三田工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 稲岡 耕作 (外 1 名)

最終頁に続く

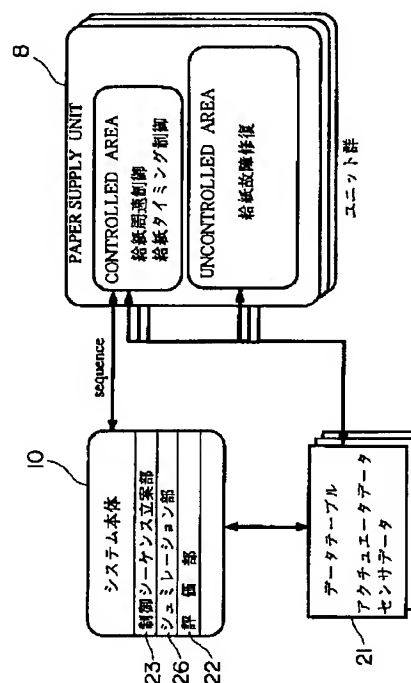
(54) 【発明の名称】 給紙搬送システム

(57) 【要約】

【課題】画像形成装置の給紙搬送系は、使用環境変化等の外的な影響や、部品劣化等の系の経時変化によって不具合が発生する。不具合に対して、現状では、清掃もしくは部品交換等が行われているだけである。

【解決手段】給紙搬送システムに、自己診断および自己修復の機能を持たせる。そのため、給紙搬送系を、複数のユニット8で構成する。各ユニット8に対しては、システム本体10から給紙搬送動作のための制御シーケンスが与えられる。各ユニット8は、その制御シーケンスを実行して、給紙搬送を行う。また、各ユニット8は、自律動作が可能な構成を有している。そしてこの構成により、各ユニットは、自律的に故障診断および故障修復を行う。故障診断および故障修復は、給紙搬送制御と並列になされる。

【効果】信頼性が高く保守点検の手間を少なくした給紙搬送システムを提供できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数のユニットによって所望の給紙搬送系が構成された給紙搬送システムであって、

各ユニットは、

アクチュエータおよびアクチュエータにより動作され、または状態が変化される作用デバイスを含む複数の構成要素と、

予め定める構成要素の状態を検出するセンサと、

構成要素を物理パラメータの因果関係で表わしたパラメータモデル知識、および予め定めるアクチュエータの操

作に関する知識が記憶された知識記憶手段と、給紙搬送系を構成する他のユニットと関連付けられた給紙搬送実現のための制御シーケンスを実行するシーケンス実行手段と、

センサの出力を監視し、センサの出力から故障を判定する手段と、

故障が判定されたことに応答して、知識記憶手段に記憶された知識から故障原因および修復計画を求め、他のユニットとは独立に、そのユニットにおいて自律的に故障修復を実行する自己診断修復手段と、を含むことを特徴とする給紙搬送システム。

【請求項 2】請求項 1 記載の給紙搬送システムにおいて、

自己診断修復手段の修復は、制御型自己修復の手法によって行われ、それは、構成要素の構造変更や再構成を行わずにアクチュエータの制御により修復を行うものであり、故障による損失機能に関係するパラメータをパラメータモデル知識から探索し、そのパラメータ値を変化させるためのアクチュエータを選択する処理を含むことを特徴とする、給紙搬送システム。

【請求項 3】請求項 1 または 2 記載の給紙搬送システムにおいて、

さらにシステム本体を含み、システム本体は、給紙搬送系全体の制御シーケンスを立案するシーケンス立案部と、

立案された制御シーケンスを基に用紙の挙動をシミュレーションするシミュレーション部と、

シミュレーション部でシミュレーションされた結果等を評価するための評価部とを含み、

シミュレーション結果が良好であると評価された制御シーケンスが、各ユニットに与えられることを特徴とする、給紙搬送システム。

【請求項 4】請求項 3 記載の給紙搬送システムにおいて、

システム本体から各ユニットに与えられる制御シーケンスは、システム本体によって生成された制御シーケンスが各ユニット毎のシーケンスに分割されて与えられることを特徴とする、給紙搬送システム。

【請求項 5】請求項 3 または 4 記載の給紙搬送システムにおいて、

各ユニットは、与えられる制御シーケンスを、知識記憶手段に記憶された知識に基づいてユニットが実行可能な定量的なシーケンスに翻訳するための翻訳手段を含むことを特徴とする、給紙搬送システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、画像形成装置のための給紙搬送装置に関し、特に、給紙、搬送状態を自己診断し、自己修復することのできる機能を備えた給紙搬送装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、複写機等の画像形成装置の分野では、装置の保全自動化のために、人工知能(Artificial Intelligence:いわゆる AI) 技術を利用した自己診断および自己修復の研究、開発が行われている。そして本願出願人は、形成される画像の質を良好に維持でき、画質が劣化する場合には自己診断および自己修復を行えるようにしたシステムを提案した(たとえば特開平 4-130331 号公報参照)。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、画像形成装置全体の保全を考えると、形成される画像の画質維持に関する保全のみでは不十分であり、さらなる保全対象範囲の拡大が望まれる。一方、近年の複写機の高速化に伴って、多数枚の用紙を連続的に供給することが求められるようになってきた。多数枚の用紙の連続供給を実現するためには、給紙搬送系の性能向上と安定性が不可欠である。

【0004】しかし、残念なことに既存の給紙搬送システムまたは給紙搬送機構においては、そのほとんどが用紙のマテリアルを指定したものであったり、環境変化に対する性能の不安定さから、使用環境を限定しているのが実情である。また、給紙搬送系では、部品の劣化等の系の機構自体の経時変化によって発生する不具合(たとえば重送、無給紙、ジャム)も多く、かかる不具合に対して、現状では、清掃もしくは部品交換によって、その機能を維持するといった方法が採られているだけである。

【0005】この発明はかかる背景のもとになされたもので、その目的は、給紙搬送装置において、給紙状況および搬送状況を自己診断し、用紙マテリアルや使用環境変化等の外乱に起因する不具合や、機構自体の経時変化等による不具合に対して、予防保全および事後保全を図れるシステムを提供することである。具体的には、自己修復を行い、系の機能を維持するようにした給紙搬送システムを提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項 1 記載の発明は、複数のユニットによって所望の給紙搬送系が構成された給紙搬送システムであって、各ユニットは、アクチュエ

ータおよびアクチュエータにより動作され、または状態が変化される作用デバイスを含む複数の構成要素と、予め定める構成要素の状態を検出するセンサと、構成要素を物理パラメータの因果関係で表わしたパラメータモデル知識、および予め定めるアクチュエータの操作に関する知識が記憶された知識記憶手段と、給紙搬送系を構成する他のユニットと関連付けられた給紙搬送実現のための制御シーケンスを実行するシーケンス実行手段と、センサの出力を監視し、センサの出力から故障を判定する手段と、故障が判定されたことに応答して、知識記憶手段に記憶された知識から故障原因および修復計画を求め、他のユニットとは独立に、そのユニットにおいて自律的に故障修復を実行する自己診断修復手段と、を含むことを特徴とするものである。

【0007】請求項2記載の発明は、請求項1記載の給紙搬送システムにおいて、自己診断修復手段の修復は、制御型自己修復を含み、それは、構成要素の構造変更や再構成を行わずにアクチュエータの制御により修復を行うものであり、故障による損失機能に関係するパラメータをパラメータモデル知識から探索し、そのパラメータ値を変化させるためのアクチュエータを選択する処理を含むことを特徴とするものである。

【0008】請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の給紙搬送システムにおいて、さらにシステム本体を含み、システム本体は、給紙搬送系全体の制御シーケンスを立案するシーケンス立案部と、立案された制御シーケンスを基に用紙の挙動をシミュレーションするシミュレーション部と、シミュレーション部でシミュレーションされた結果等を評価するための評価部とを含み、シミュレーション結果が良好であると評価された制御シーケンスが、各ユニットに与えられることを特徴とするものである。

【0009】請求項4記載の発明は、請求項3記載の給紙搬送システムにおいて、システム本体から各ユニットに与えられる制御シーケンスは、システム本体によって生成された制御シーケンスが各ユニット毎のシーケンスに分割されて与えられることを特徴とするものである。請求項5記載の発明は、請求項3または4記載の給紙搬送システムにおいて、各ユニットは、与えられる制御シーケンスを、知識記憶手段に記憶された知識に基づいてユニットが実行可能な定量的なシーケンスに翻訳するための翻訳手段を含むことを特徴とするものである。

【0010】請求項1記載の構成によれば、給紙搬送系を構成する各ユニットにおいて、他のユニットと関連付けられた給紙搬送実現のための動作が行われる。たとえば、搬送速度を400mm/sに維持するための制御が行われる。とともに、各ユニットにおいて、自律的に、各ユニットに特定の故障が生じているか否かの自己診断が行われ、また特定の故障、たとえば「斜め搬送」「無給紙」「重送」などが生じている場合には、それが自律

的に自己修復される。

【0011】自己診断および自己修復は、請求項2記載のように、制御型自己修復を含む。制御型自己修復では、故障による損失機能に関連するパラメータが探索されて、そのパラメータ値を変化させるようにアクチュエータが駆動される。たとえば、用紙搬送速度が遅い場合は、モータの速度が上昇されるように操作されるという具合である。

【0012】この自己診断および自己修復により、そのユニットは、正常状態に戻されてその結果給紙搬送系全体の動作が良好な状態に維持される。請求項3に記載のように、給紙搬送システムにシステム本体が備えられている場合は、システム本体で給紙搬送系全体の動作を制御する制御シーケンスが生成される。

【0013】生成された制御シーケンスは、請求項4のように、各ユニット単位に分割されて各ユニットに与えられる。各ユニットに与えられる制御シーケンスは、システム本体で生成されたいわば汎用的な制御シーケンスである。そこで、各ユニットでは、請求項5記載のように、与えられる汎用的な制御シーケンスを、そのユニットに固有の知識に基づいて翻訳し、そのユニットで処理可能なシーケンスに直す。

【0014】このようにすると、システム本体で汎用的な給紙搬送系全体の制御シーケンスを生成でき、かつ、各ユニットはその制御シーケンスを翻訳して制御を実行する。それゆえ各ユニットを交換したり、各ユニットの能力を変更したりした場合にも、柔軟に対応することのできるシステムとすることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

1. システムの構成

図1に給紙搬送システムの概念図を示す。給紙搬送システムには、システム本体10、複数のユニット8および各ユニットに対応して設けられた複数のデータテーブル21が含まれている。

【0016】システム本体10には、制御シーケンスを立案するための制御シーケンス立案部23、立案された制御シーケンスを基に用紙の挙動をシミュレーションするシミュレーション部26およびシミュレーション部26でシミュレーションされた結果等を評価するための評価部22が含まれている。システム本体10で立案され、シミュレーション結果が良好であると評価された制御シーケンスは、ユニット8に与えられる。このとき、システム本体10で生成された制御シーケンスは、ユニット単位に分割され、複数のユニット8に対してそれぞれ対応する制御シーケンスが与えられる。

【0017】複数のユニット8の中には、給紙作業を行うための給紙ユニット、搬送作業を行うための用紙搬送ユニット、搬送されてきた用紙を所定の場所へ排出するための排紙ユニット等が含まれている。この発明では、

10

20

30

40

50

給紙搬送系を、給紙、搬送および排紙を行う一体的なハードウェア構成とはせず、小さな単位ユニットに分割し、その単位ユニットが複数個集まって給紙搬送系が構成されるというハードウェア構成を採用している。そして各ユニットに、後述するように、自律動作が可能な構成を付与することによって、各ユニット単位で自己修復が可能で、故障に柔軟に対応できるシステムが実現されている。

【0018】以下にユニット8の概要について説明する。一例として給紙ユニットを取り上げて述べる。給紙ユニット8にはシステム本体10によって制御されるCONTROLLED AREA と、システム本体10に直接制御されない、いわば自律的にユニットの制御を実行するUNCONTROLLED AREA とが含まれている。CONTROLLED AREA では、給紙ローラの周速の制御（給紙速度の制御）や給紙タイミングの制御が行われる。それら制御は、システム本体10で生成された制御シーケンスに基づいて実行される。また、使用に伴う劣化等により、給紙速度が変化したときは、後述する制御型自己修復の手法により、給紙速度が一定に保たれる。

【0019】UNCONTROLLED AREA では、重送や無給紙等の給紙故障の修復が自律的に実行される。ここに自律的とは、ハードウェア的に独立したという意味ではなく、後述する制御型自己修復の手法により、給紙ユニット8に特有のパラメータモデルに基づいて、ユニット内のアクチュエータが選択的に操作されることによって行われるという意味である。

【0020】これら各AREAは、マイクロコンピュータ等の小型計算機によって実現されている。各ユニット8には、さらに、図示しないが、用紙に搬送力を付与するためのローラ、ローラを回転させるためのモータ、モータの駆動力をローラに与えたり与えなかったりするためのクラッチ等が含まれている。つまり、各ユニット8には、モータ、ソレノイドなどのアクチュエータおよびアクチュエータと連動する作用デバイス（アクチュエータにより動作され、または状態が変化されるクラッチ、ローラなどのデバイス）を含む複数の構成要素が備えられている。さらに、各ユニット8には、複数の構成要素のうちの予め定める構成要素の状態、たとえばローラの回転状態、ローラが用紙に圧接される際の圧接力、モータの回転数や回転方向等を検出するための複数のセンサ等が含まれている。

【0021】さらに、各ユニット8には、それぞれ、後述するパラメータモデル、アクチュエータ操作知識等のそのユニットに特有の知識が記憶された知識メモリが備えられている。データテーブル21は、ユニット8とシステム本体10とで共有されている。データテーブル21には、対応するユニット8におけるアクチュエータ情報やセンサ情報等が書込まれている。またこれらアクチュエータ情報およびセンサ情報は、ユニット8に備えら

れたセンサの出力に基づいて書換えられ、更新される。このデータテーブル21は、図1の説明ではシステム本体10の外側に備えられた構成にしたが、システム本体10内に含まれる構成としてもよい。

【0022】また、ユニット8のパラメータモデル、アクチュエータ操作に関する知識等が記憶された知識メモリは、このデータテーブル21内に設けてもよい。

## 2. システム全体の動作の流れ

図2に、給紙搬送システム全体の動作の流れを示す。システム本体10は、系全体を常に監視し、用紙速度の変化やジャムが起ころうな状況が発生した場合に、系全体の機能を維持するために系全体の制御シーケンスを新たに生成する。システム本体10によって生成された制御シーケンス（系全体のシーケンス）は、各ユニット8ごとのシーケンスに分割されて、各ユニット8に与えられる。

【0023】各ユニット8では、分割されて与えられた制御シーケンスを、ユニットが実行可能な定量的なシーケンスに翻訳し、そのシーケンスを実行する。たとえば、与えられた制御シーケンスにおいて、用紙搬送速度が400mm/sに設定されており、センサで検出される用紙搬送速度が380mm/sのとき、後述する制御型自己修復の手法を用いて、用紙搬送速度がシーケンスで設定されている速度に修復される。

【0024】また、各ユニット8では、システム本体から与えられる制御シーケンスを実行すると並行して、重送や無給紙等の給紙故障を検出すると、各ユニット8が、自律的に故障修復を実行する。この自律的な故障修復も、後述するように、制御型自己修復の手法を用いて行われる。

## 3. システム本体を中心とする詳細な全体構成

図3は、システム本体10の内部構成を中心に示すシステム全体の機能ブロック図である。システム本体10には、制御データ管理部20が備えられている。制御データ管理部20は、各ユニット8に備えられたセンサ9からの信号に基づいて、予め定める更新周期毎に、各ユニット8に関する情報をデータテーブル21に書込む。よってデータテーブル21には、各ユニット8の現在の状態（最新の状態）が書込まれていることになる。

【0025】システム本体10には、また、評価部22が備えられている。評価部22は、データテーブル21に書込まれている各ユニット8に関する情報に基づいて、各ユニット8ごとの現在の状態を診断している。具体的には、たとえばいずれかのユニット8が破損しているか否か、いずれかのユニット8の機能が低下しているか否か、用紙ジャムが発生するおそれがあるか否か、または用紙ジャムが既に発生しているか否か、等を判断する。

【0026】診断の結果、故障が発生するおそれがある、または故障が発生していると判断した場合（NO G00

D)には、当該故障に対する修復を実現するために、シーケンス立案部23に制御シーケンスの立案を要求する。そしてシーケンス立案部23で立案された制御シーケンスは、シミュレーション部26でシミュレーションされ、その結果はさらに評価部22で評価される。評価が「GOOD」となった制御シーケンスは、分割部27で各ユニット8ごとに分割されて、各ユニット8へ与えられる。

【0027】簡単に言えば、システム本体10は複数のユニット8で構成される給紙搬送系全体を常に監視し、用紙速度の低下やジャムが起こりそうな状態が発生した場合に、系全体の機能を維持するために、改良された全体の制御シーケンスを新たに生成して各ユニット8へ与えるのである。シーケンス立案部23は、評価部22から制御シーケンスの立案が要求されたことに応答して、制御シーケンスの立案処理を実行する。このとき、システム本体10に備えられている知識ベース24に書込まれている知識を参照する。

【0028】知識ベース24には、故障修復に必要な仮想モデルが知識として書込まれている。具体的には、用紙経路モデル、ユニットモデル、用紙モデル、搬送路モデル、センサモデルが書込まれている。このうち用紙経路モデル、用紙モデル、搬送路モデルおよびセンサモデルは、予め設定されている。一方、ユニットモデルは、システム本体10で予期されているユニット8の状態と実際のユニット8の状態（たとえばユニット8に含まれる部品（搬送ローラ等）の劣化等）との差異に相当する知識である。ユニットモデルは、データテーブル21から状況導出部25によって読出されたデータによって更新される。ユニットモデルはモデル8の挙動の経時的変化に相当する情報であるともいえる。

【0029】さらに具体的に説明すると、状況導出部25には、ユニット8が現在実行している制御シーケンスの理想的な挙動情報がシミュレーション部26から与えられる。状況導出部25は、データテーブル21に書込まれている実際のユニット8の挙動情報と上記理想的な挙動情報との差異を求め、この求めた差異に関する情報を知識ベース24へユニットモデルとして書込む。

【0030】シーケンス立案部23は、このようなユニットモデルを含む知識を利用することによって、制御シーケンスを立案する。これにより、ユニット8の現在の状態を加味した制御シーケンスの立案を図ることができる。なお、シーケンス立案部23で立案される制御シーケンスはいわば骨格に相当する大まかなもので、最終的な制御シーケンスを得るには、搬送シミュレーションを行う必要がある。

【0031】また、シーケンス立案部23には、評価部22からの要求の他に、搬送手順の変更等の制御仕様の変更があった場合にも、外部から制御シーケンスの立案要求が与えられる。シーケンス立案部は、この場合に

も、上述と同様に、制御シーケンスを立案する。シーケンス立案部23で立案された制御シーケンスは、前述したように、シミュレーション部26に与えられる。

【0032】シミュレーション部26は、用紙の搬送をシーケンス立案部から与えられる制御シーケンスに従って仮想的にシミュレーションする。より具体的には、知識ベース24に書込まれている用紙経路モデルおよび用紙モデルに基づいて搬送経路および用紙を仮想的に設定し、この仮想用紙を与えられた制御シーケンスに従って仮想搬送経路上で搬送させる。そして、この時の仮想用紙の振る舞いを認識する。また、ユニット8における用紙速度等の定量情報を求め、当該定量情報を制御シーケンスに反映させる。これにより、制御シーケンスが完成する。

【0033】シミュレーション部26での搬送シミュレーションの結果は、評価部22に与えられる。評価部22は、シミュレーション部26から与えられるシミュレーション結果に基づいて、シーケンス立案部23で立案された制御シーケンスが有効か否かを評価する。この評価の結果、生成された制御シーケンスでは良好に用紙搬送ができず、故障修復が達成できないと判断された場合（NO GOOD）には、シーケンス立案部23に対して制御シーケンスの立案が再度要求される。一方、生成された制御シーケンスならば用紙搬送が良好にできて故障修復が達成できると判断された場合（GOOD）には、当該制御シーケンスは分割部27に与えられる。

【0034】分割部27は、与えられる制御シーケンスをタスク分割し、この分割された各制御シーケンスをそれぞれ対応するユニット8に与える。すなわち、制御シーケンスは時系列的なプログラムであるから、制御シーケンスの実行には複数のユニット8が絡むことが予想される。したがって、制御シーケンスの実行を担当すべき各ユニット8に対してそれぞれ適切な制御シーケンスが与えられる。

【0035】以上のように、システム本体10における制御シーケンスの生成では、制御シーケンスの有効性が、計算機（システム本体10）内に生成された仮想的な搬送系においてシミュレーションされ、評価されている。よって実際の搬送系である複数のユニット8の動作を中断することなく、故障の予防および故障の修復を実現することができる。

【0036】4. ユニットが参照する知識  
前述したようにシステム本体10で生成された制御シーケンスは、各ユニット8毎の制御シーケンスに分割されて各ユニット8へ与えられる。各ユニット8は、与えられる制御シーケンスを翻訳して実行する。ここで、システム本体10で生成された制御シーケンスとは、用紙の挙動を意識したシーケンス（ユニットの発現する用紙状態への指示として記述されたシーケンス）であり、たとえば「用紙を400mm/sで搬送する」といったものであ

る。そこで、この用紙の挙動に着目した制御シーケンスを各ユニット8で実行するためには、各ユニット8の物理的行動を意識したユニット8ごとの制御シーケンス

(定量的なシーケンス)に翻訳する必要がある。たとえばユニット8が用紙を400mm/sで搬送するために必要な動作、つまり搬送ローラの周速を400mm/sに保つために必要なモータの回転速度への指示、一対の搬送ローラ間のニップ圧への指示、クラッチの動作状態への指示等を導出する必要がある。

【0037】各ユニット8は、システム本体10から与えられる制御シーケンスを、ユニット8が実行可能なシーケンスに翻訳する際に、各ユニット8に特有の知識を参照する。この知識は、上述したように、各ユニット8毎に備えられた知識メモリに記憶されており、場合によってはデータテーブル21に記憶されていてもよい。以下に、給紙ユニット8を例にとり、参照する知識について具体的に説明する。

【0038】給紙ユニット8の知識には、給紙ユニット8内に存在する物理パラメータ間の因果関係をネットワーク化したパラメータモデルと、給紙ユニット8が持つアクチュエータの操作に関する知識(アクチュエータ操作において、その制御目標値に到達するまでに要する時間およびアクチュエータの操作幅)とがある。

#### 4-1-1. パラメータモデル

図4、図5および図6に、給紙ユニット8のパラメータモデルを示す。ここで、図4は、図5と図6とのレイアウト関係を示し、図5および図6は、それぞれ、低精度制御系および高精度制御系を示している。

【0039】給紙ユニット8のパラメータモデルには、従来の物理パラメータ間の定性的因果関係を表わしたパラメータモデル(かかるパラメータモデルは、たとえば本願出願人の先願:特開平4-130330号公報に詳述されている。)に定量情報を付加したモデルを使用している。したがって、図5、6に示すパラメータモデルには、定量的に制御可能なパラメータと、定性的に操作可能なパラメータの両方が存在する。

【0040】ここで、図5、6中の符号の意味は、以下のとおりである。

Fv: Transportation speed  
Pd: Sheet transportation force  
Vf: Sheet feeding speed  
Pp: sheet supply pressure  
Sp: Sheet separating force  
Vg: Speed difference between two rollers  
Vl: Circumferential speed of lower roller  
Vu: Circumferential speed of upper roller  
G: Gap between two rollers  
 $\gamma$ : Gear ratio  
 $\omega$ : Angular velocity  
 $\theta$ : Angle

$\varepsilon$ : Weight coefficient

また、パラメータモデル中のパラメータには、直接操作可能なパラメータおよび間接的に操作可能なパラメータが存在する。直接操作可能なパラメータとは、給紙ユニット8が持つアクチュエータを制御することにより操作可能なパラメータである。また、間接的に操作可能なパラメータとは、直接操作可能なパラメータを操作することにより間接的に操作可能なパラメータである。間接的に操作可能なパラメータと直接操作可能なパラメータとは定量的もしくは定性的な関係にある。

【0041】図5、6に示すパラメータモデルにおいて、直接操作可能なパラメータと定量的な関係にあるパラメータ群(パラメータの集まり)は、定量的かつ高精度に操作可能であることから、このパラメータ群を高精度制御系と呼ぶ。また、高精度制御系のパラメータと定性的な関係にあるパラメータ群は、定性的にしか操作できないことから低精度制御系と呼ぶ。

【0042】また、図5、6において、Q+は、定性的比例関係を意味しており、Q-は、定性的反比例関係を示している。さらに枠で囲ったパラメータが直接操作可能なパラメータである。

#### 4-1-2. 操作パラメータの探索

図4~6を参照しながら、操作すべきパラメータの探索の仕方について説明する。給紙ユニット8のパラメータモデルを用いて最終的に(操作目的として)操作するパラメータは、パラメータモデルの最上位に位置するFv(搬送速度)である。

【0043】ここで、たとえばパラメータFvを上昇させるための一方法を考える。図5、6のパラメータモデルにより、Fvを上昇させるには、Fvと定性的比例の関係にあるPdまたはVfを上げればよいことがわかる。ここではPdを上げる方法を考える。Pdを上げるにはPdと定性的比例関係にあるPpを上げるか、定性的反比例関係にあるSpを下げるかの方法がある。ここではPpを上げる方法を考える。Ppを上げるにはPpと定性的比例関係にあるPmotor3を上げればよいことがわかる。よって結果的にはPmotor3との定量的な関係から、 $\omega_{motor3}$ をPmotor3が上がる方向に操作すればよいことがわかる。

【0044】他のパラメータを操作する場合も同様にパラメータモデル上で操作すべきパラメータと操作の仕方を得ればよい。また、同時に2以上のパラメータを操作することもできる。このように、システム本体で生成された制御シーケンスを、各ユニット8で使用する制御シーケンスに翻訳する際には、パラメータモデルを参照することによって、操作すべきパラメータまたはアクチュエータを決定することが可能である。

【0045】なお、図5、6に示すパラメータモデルの中で示されている条件式は、その条件が成立しない間は、条件式のアークでつながれている両者は因果関係を

持たないことを意味している。たとえば高精度制御系において、(clutch 2 = on)という条件が成立しない間は、その左の構造と右の構造とは構造が切り離されていると言える。このことから、給紙ユニット8では、ユニットの条件によって、その構造状況が変化すると捉えることができる。

【0046】4-1-3. 定性量空間とランドマーク  
図4～6のパラメータモデル中に示したパラメータには、図7A、7Bに例示するような定性量空間が存在する。定性量空間は、図7Aのパラメータ $\omega_{motor1}$ を例にとると、パラメータ値0を境にしてそれ以上値が小さかったらマイナス方向へ回転し、それ以上値が大きければプラス方向へ回転することを意味している。また、マイナス側からプラス側へ状態を変化させるには、必ず0を経ないと実現できないことも意味している。

【0047】またパラメータFvでは、パラメータ値が0を境にして、それ以上の値ではプラスになる、つまり速度が生じるということの意味している。この定性量空間は、そのパラメータの状態の切り換えを示すいくつかのランドマークを持っている。ランドマークは個々のパラメータで独立して存在しているとは限らず、モデルの構造上、図7A、7Bのように一定条件に従って複数のパラメータでランドマークが一致する場合がある。図7Aは、( $G > p.t. \& clutch\ 1 = on$ )の条件が満たされている場合に、ランドマークが一致する複数のパラメータの定性量空間を示している。

【0048】また、図7Bは、( $G \leq p.t. \& clutch\ 1 = on$ )の条件が満たされている場合に、ランドマークが一致する複数のパラメータの定性量空間を示している。この定性量空間とランドマークに関する知識も、前述のパラメータモデルの付加知識として知識メモリに記憶されており、制御シーケンスの翻訳時や制御シーケンス実行時に使用される。

【0049】定性量空間におけるランドマークの一致条件を監視すると、あり得ないユニット状態を生成することを抑止することができる。

#### 4-2. アクチュエータ操作知識

各ユニット8の知識メモリには、アクチュエータ操作に関連する知識も記憶されている。

【0050】次に、給紙ユニット8が持つアクチュエータの操作に関する知識について説明する。この知識には、アクチュエータ操作に要する時間、アクチュエータ制御幅および用紙状態とアクチュエータ状態との関係が含まれる。

##### 4-2-1. アクチュエータ操作に要する時間

アクチュエータを目標の制御値にするためには、各アクチュエータの性能(ハードウェア)に依存したアクチュエータの操作に要する時間を考慮しなければならない。

【0051】図8にアクチュエータ操作に要する時間の一例を示す。図8の説明をする。Parameter とは給紙ユ

ニット8の各アクチュエータが持つパラメータであり、パラメータモデルでいうところの直接操作可能なパラメータである。Operation とはアクチュエータの操作方向であり、定性的(up, down)もしくは二値的(on, off)に表現される。Timeとはアクチュエータを目的の制御値にするために要する時間を示し、たとえば $\omega_{motor1}$ を10回 up するには( $20 + 3 \times 10$ )ミリ秒の時間がかかることがわかる。

【0052】このように、アクチュエータを操作するために要する時間等を知識として持つことにより、システム本体から与えられる制御シーケンスを、各ユニット毎の定量的なシーケンスに翻訳する際に、そのユニットの物理的な構造や能力を考慮したシーケンスに変えることができる。

##### 4-2-2. アクチュエータ制御幅

アクチュエータの操作は、各アクチュエータの操作幅内で実行される。図9は、アクチュエータの操作幅を示す知識の一例である。

【0053】図9を説明する。Parameter, Operationに関しては図8と同じである。「制御値0からの制御幅」とは、アクチュエータがモータの場合、モータの回転数が0からどれだけの回転数まで制御可能であることを示す値である。 $\omega_{motor1}$ の場合はup の操作方向に127段階、downの操作方向に127段階操作可能であることを意味している。

##### 【0054】4-2-3. 用紙状態とアクチュエータ状態との関係

システム本体10から受渡されるシーケンスと、ユニット8の挙動との対応関係も、各ユニットにおいて知識として記憶されている。その例を図10に示す。図10において、Paper State は、用紙状態のことであり、FREE は用紙に力が作用していない状態、F-DRIVE は用紙が前方向へ搬送されている状態、FIX は用紙がローラ等で捕まえられている状態、B-DRIVE は用紙が後方向へ搬送されている状態を表わす。また、Parameter State は、パラメータの状態であり、それぞれパラメータの状態がどのような状態であるかが示されている。なお、前述したように、Pdは用紙搬送力(Sheet transportation force)、Vf は用紙搬送速度(Sheet feeding speed)である。

##### 【0055】5. 修復動作

各ユニット8における修復動作には、これまでに述べてきたシステム本体10が系全体の機能を維持するために制御シーケンスを変更し、その変更した制御シーケンスを各ユニット8が実行することにより行われる修復動作と、システム本体10から独立して、各ユニット8が自律的に行う修復動作とがある。いずれの修復動作も、制御型自己修復の手法により行われる。

##### 【0056】5-1. 制御型自己修復の手法

制御型自己修復の手法とは、機械の構造変更や再構成を



行わずに、アクチュエータの制御により、自己修復を実現するものである。この手法では、故障による損失機能に係るパラメータ値を制御することで修復が行われる。具体的には、前述したパラメータモデルにおいて操作すべきパラメータが探索され、そのパラメータ値を変化するためのアクチュエータが選ばれる。

【0057】制御型自己修復の手法では、前述した知識メモリに記憶されている各知識が参照される。すなわち、図5、6に示すパラメータモデル、図7A、7Bに示す各パラメータの定性量空間およびランドマークの一致条件、図8に示すアクチュエータ操作時間、図9に示すアクチュエータの操作幅、図10に示す用紙状態とアクチュエータ状態との関係等である。

【0058】5-2. 制御型自己修復のアルゴリズム  
図11に、制御型自己修復のアルゴリズムの一例をフローチャートで示す。図11を参照して、アルゴリズムの各段階の動作について説明をする。

#### ステップS1：故障判定

故障検知用のセンサの値を監視し、センサ値から故障状況を判定する。給紙動作中は常に故障判定を実行している。

【0059】故障の判断は、具体的には、ユニットにおいて制御シーケンスが実行された結果得られるたとえば用紙搬送速度が、制御シーケンスで設定されている用紙搬送速度に達していない場合に、故障であると判定される。あるいは、斜め搬送の場合のように、予め知識として設定されている搬送形態に対して、実際の搬送状態がずれた場合等に故障と判定される。

#### 【0060】ステップS2：故障診断

故障の状況およびパラメータモデルから故障の原因を推論し、故障原因の候補を決定する。

#### ステップS3：アクチュエータリミットチェック

知識メモリのアクチュエータ制御幅（図9参照）を参照し、アクチュエータの操作余裕度を確認する。操作余裕度のないアクチュエータは、修復時の操作アクチュエータから除外される。

#### 【0061】ステップS4：修復計画

故障状況と故障原因の候補から修復の際に操作するパラメータをパラメータモデル上から探索する。操作するパラメータが複数ある場合、操作の優先順位または操作の順序を決定する。操作するパラメータが決定すると最後に修復動作のシーケンスを決定する。この際には、操作するパラメータに相当するアクチュエータの操作に関する知識が参照される。

#### 【0062】ステップS5：修復実行

修復計画で決定されたシーケンスに基づき修復動作を実行する。以上が修復立案部において行われる。次に修復後の動作を説明する。

#### ステップS6：故障判定

上述のステップS1～S5における動作が実行された結

果、センサ値から得られる値が正常範囲に復旧したか否かが判別される。その結果、復旧していなければ、再びステップS2の故障診断がされる。

#### 【0063】ステップS7：故障修復成功

ステップS6における故障判定の結果が正常であれば、修復成功とする。そしてその状態で給紙動作を継続させる。

#### ステップS8：修復失敗

ステップS3において、故障が発生した際に、修復用のアクチュエータが操作不可能な状態にあるときを、修復失敗とする。

#### 5-3. 給紙ユニットにおける修復動作

図12に、給紙ユニットにおける自己修復動作に関する構成・作用の図を示す。

【0064】給紙ユニットには、システム本体で生成されたシーケンスをユニットが実行可能なシーケンスに翻訳する翻訳部、翻訳されたシーケンスを実行するシーケンス実行部、シーケンス実行部とは別にユニット自身が自律的に制御型自己修復の手法を用いて故障修復を行う自律動作部、およびアクチュエータ操作部が含まれている。

【0065】シーケンス実行部は、その内部に、シーケンスを実行した結果を常に監視し、実行結果がシステム本体が生成した制御シーケンスと異なっていた場合に、制御型自己修復の手法を用いてこれを調整する制御型自己修復部が備えられている。また、自律動作部にも、修復対象故障である「重送」および「無給紙」に対する制御型自己修復部が備えられている。

【0066】システム本体で生成された制御シーケンス、たとえば用紙搬送速度400mm/sは、翻訳部でユニット8が実現可能なシーケンス、たとえば搬送モータ回転数100rpmに書換えられる。書換えられたシーケンスは、シーケンス実行部を経てアクチュエータ操作部へ与えられ、実行される。また、アクチュエータ操作部がシーケンスを実行した結果は、シーケンス実行部の制御型自己修復部により常に監視されている。制御型自己修復部は、シーケンスの実行がシステム本体が生成した制御シーケンスの内容と異なっている（たとえば用紙搬送速度380mm/s）と判断した場合、制御型自己修復の手法を用い、この差（すなわち400-380=20mm/s）を調整するための修復、たとえば搬送モータの周速アップという計画を立てる。そしてそれをアクチュエータ操作部に与えて、アクチュエータ操作部により修復を実行させる。

【0067】一方、自律動作部では、シーケンス実行部の制御とは別に、「無給紙」「重送」を監視し、かかる故障が生じないように制御型自己修復を行っている。具体的には、故障が無給紙であった場合の修復動作は次のようになる。まず現状の給紙時間が取得され、これが正常給紙開始-終了時間と比較される。たとえば、現状給



紙時間が13秒、正常給紙開始～終了時間が10秒とすれば、その差が3秒ある。

【0068】この場合、故障判定において「無給紙」と判定される。次に故障診断がされる。故障診断では、故障の状況、データテーブルの内容、パラメータモデル等を参照し、故障の原因をたとえばこの場合「給紙圧の減少」と判断する。ここに、給紙圧とは、給紙ユニットが用紙を給紙方向へ押し出すために必要な力をいう。

【0069】次に、アクチュエータリミットチェックがされ、アクチュエータの操作余裕度が確認される。操作余裕度がなければ修復は失敗となる。操作余裕度がある場合、パラメータモデルから「無給紙」を修復するための計画を立てられる。たとえばこの場合「給紙圧を上げる」という計画を立てられる。

【0070】この計画は、アクチュエータ操作部に与えられて、アクチュエータ操作部により実際に給紙圧を上げるためのアクチュエータ操作、具体的には給紙圧モータのアップ、が行われる。無給紙のための制御型自己修復部では、その後再び故障判定を行い、その結果が正常であればそのまま給紙動作を継続する。修復の結果が、引き続き異常（無給紙）であれば、再度アクチュエータリミットチェック以下の動作が繰返される。

【0071】「重送」のための制御型自己修復部においても、同様の制御型自己修復手法による修復動作が行われ、重送が修復される。

#### 5-4. 搬送ユニットにおける修復動作

図13は、搬送ユニットにおける自己修復動作に関する構成・作用を説明する図である。

【0072】搬送ユニットには、システム本体で生成されたシーケンスをユニットが実行可能なシーケンスに翻訳する翻訳部、翻訳されたシーケンスを実行するシーケンス制御部、シーケンス制御部とは別にユニット自身が自律的に制御型自己修復の手法を用いて故障修復を行う自律動作部、およびアクチュエータ操作部が含まれている。

【0073】シーケンス実行部には、その内部に、実行した結果を常に監視し、実行結果がシステム本体が生成した制御シーケンスと異なっていた場合に、制御型自己修復の手法を用いてこれを調整する制御型自己修復部が含まれている。また、自律動作部は、「斜め搬送」に対して故障修復を行うべく、斜め搬送に対する制御型自己修復部を有している。

【0074】システム本体で生成された制御シーケンス（たとえば用紙搬送速度400mm/s）は、翻訳部でユニットが実現可能なシーケンス（たとえば搬送モータ回転数100rpm）に書換えられる。書換えられたシーケンスは、シーケンス実行部を経由してアクチュエータ操作部で実行される。アクチュエータ操作部がシーケンスを実行した結果は、シーケンス実行部の制御型自己修復部により常に監視されている。制御型自己修復部

は、シーケンスの実行結果がシステム本体が生成した制御シーケンスの内容と異なっている（たとえば用紙搬送速度380mm/s）と判断した場合、制御型自己修復の手法を用いて、この差（400-380=20mm/s）を調整するための修復（たとえば搬送モータ修復アップ）計画を立てる。立てられた計画は、アクチュエータ操作部に与えられて修復が実行される。

【0075】また、上述の制御シーケンス動作とは別に、自律動作部の制御型自己修復部では、用紙搬送中は、常に、斜め搬送が生じているか否かの監視を行っている。斜め搬送の制御型自己修復部が監視した結果、斜め搬送が発生していた場合（たとえば斜め搬送量+2mm）には、制御型自己修復の手法を用いて、斜め搬送を矯正する修復計画を立てる（たとえばニップ圧アップ）。そしてその修復計画はアクチュエータ操作部に与えられ、修復が実行される。

#### 【0076】5-4. 相互影響の確認

たとえば用紙搬送速度の自己修復および斜め搬送の自己修復が並列的に行われる際には、一方の修復動作のためのパラメータ操作が、もう一方の修復動作に影響を及ぼす可能性がある。ところが、パラメータモデルを用いると、両者の相互作用や影響をパラメータモデル上で予測することが可能であるから、修復動作もそれを考慮して行うことが可能である。

#### 【0077】6. その他

この発明にかかる給紙搬送ユニットの構成および制御システムは、たとえば複写機、プリンタ、ファクシミリ装置等の画像形成装置のための給紙搬送システムに広く用いることができる。またその場合に、給紙搬送システムの制御装置は、画像形成装置本体に備えられた制御装置の中に組み込んでよい。

#### 【0078】

【発明の効果】画像形成装置のための給紙搬送系において、使用する用紙の材料や使用環境の変化等の外乱に対して、給紙搬送系が柔軟に対応でき、常に良好な給紙搬送が実現できる。また給紙搬送系のハードウェア機構自体の経時変化により発生する可能性のある不具合や、給紙故障に対しても、予防保全を図ることができる。とともに、故障が発生した場合には、故障を自己修復することが可能である。

【0079】したがって、信頼性が高く保守点検の手間を少なくした画像形成装置のための給紙搬送システムを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態にかかる給紙搬送システムの構成の概念図である。

【図2】この給紙搬送システムの全体の流れを説明するためのブロック図である。

【図3】給紙搬送システムにおけるシステム本体10を中心とした機能ブロック図である。

【図4】給紙ユニットにおける修復知識の1つであるパラメータモデルを示す図であり、特に、低精度制御系と高精度制御系とのレイアウト関係を示す。

【図5】給紙ユニットにおける修復知識の1つであるパラメータモデルを示す図であり、低精度制御系の内容を示す。

【図6】給紙ユニットにおける修復知識の1つであるパラメータモデルを示す図であり、高精度制御系の内容を示す。

【図7】パラメータモデルに付属した知識であるパラメータの定性量空間の一例と、ランドマークの例を示す図である。

【図8】給紙ユニットにおける自己修復のための知識の1つとしてのアクチュエータ操作時間の例を示す図である。

【図9】同じくアクチュエータの操作幅の例を示す図である。

【図10】同じく用紙状態とアクチュエータ状態との関係例を示す図である。

\* 【図11】制御型自己修復の手法のアルゴリズムの例を示すフローチャートである。

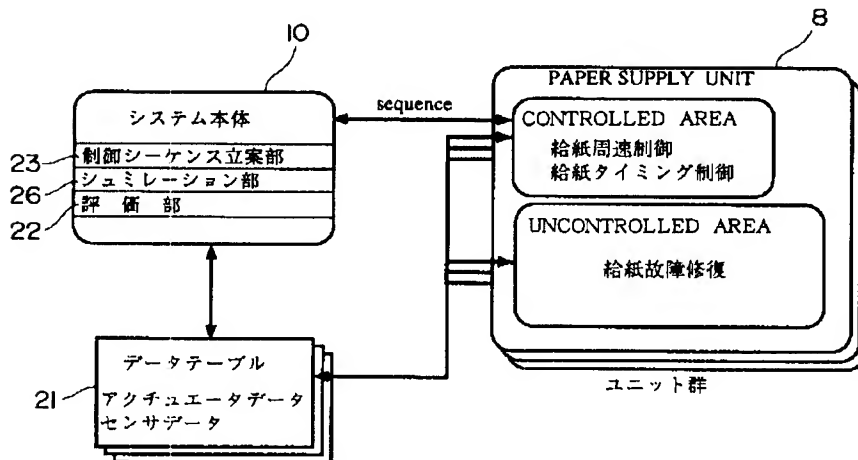
【図12】給紙ユニットにおける自己修復動作に関する構成・作用の図である。

【図13】搬送ユニットにおける自己修復動作に関する構成・作用の図である。

【符号の説明】

- 8 給紙ユニット、搬送ユニット等のユニット  
 9 センサ  
 10 システム本体  
 21 データテーブル  
 22 評価部  
 23 制御シーケンス立案部  
 26 シミュレーション部  
 27 分割部  
 28 翻訳部  
 29 制御部  
 30 シーケンス実行部  
 31 自律動作部

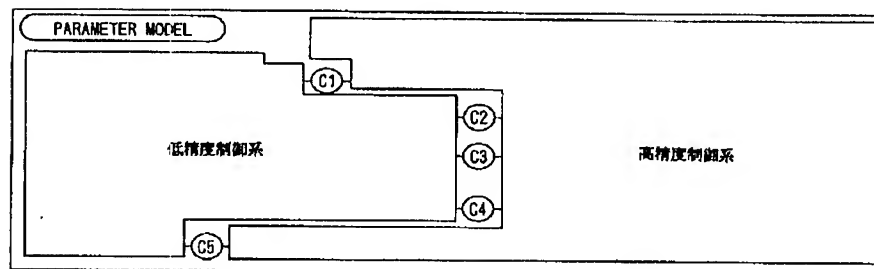
【図1】



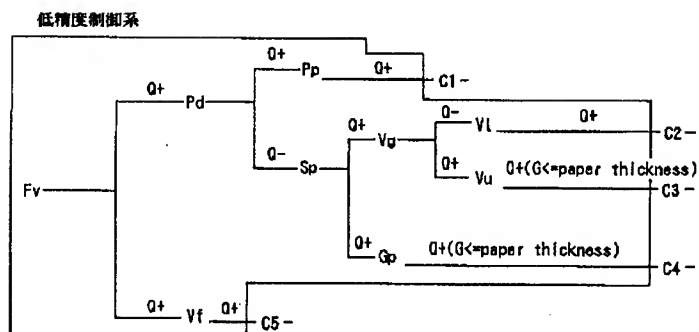
【図10】

Paper State	Parameter State
FREE	$Pd = 0$
F_DRIVE	$Pd > 0, Vf > 0$
FIX	$Pd > 0, Vf = 0$
B_DRIVE	$Pd > 0, Vf < 0$

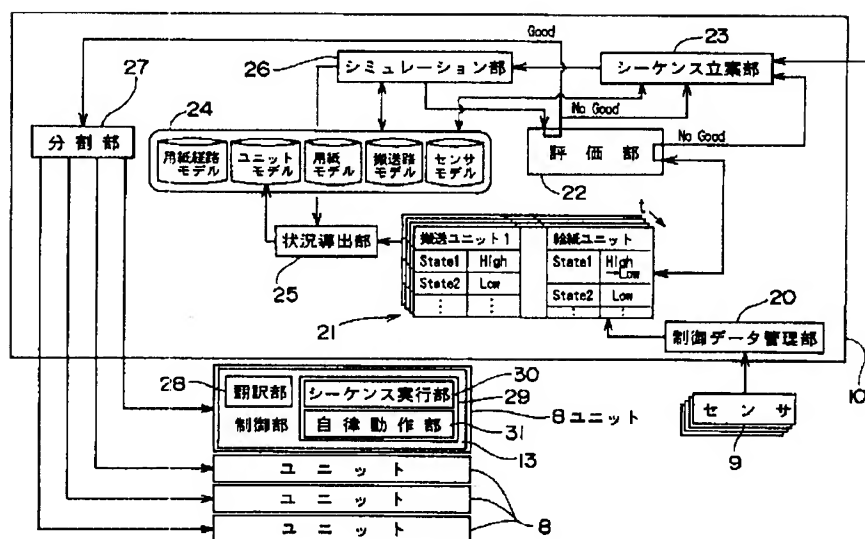
【図4】



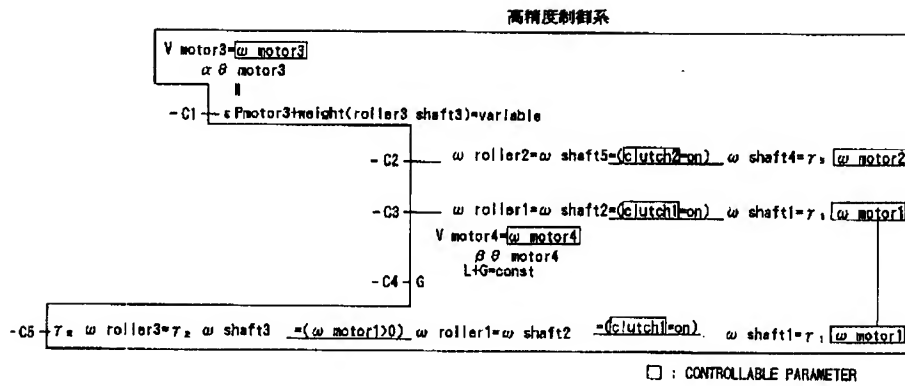
【図 5】



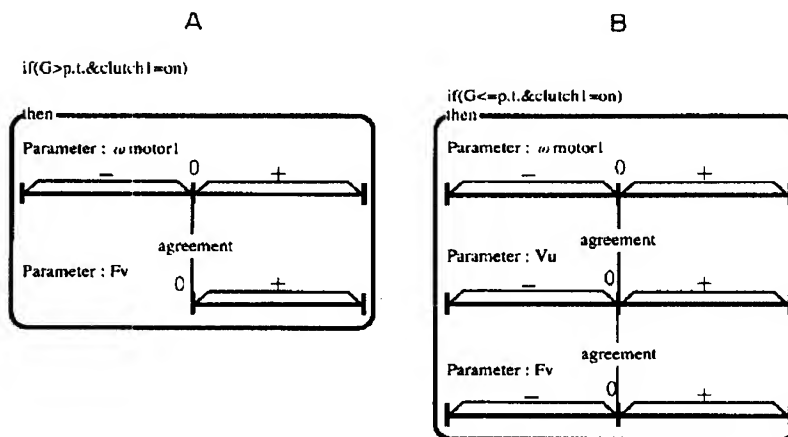
【图 3】



【図6】



【図7】



【図8】

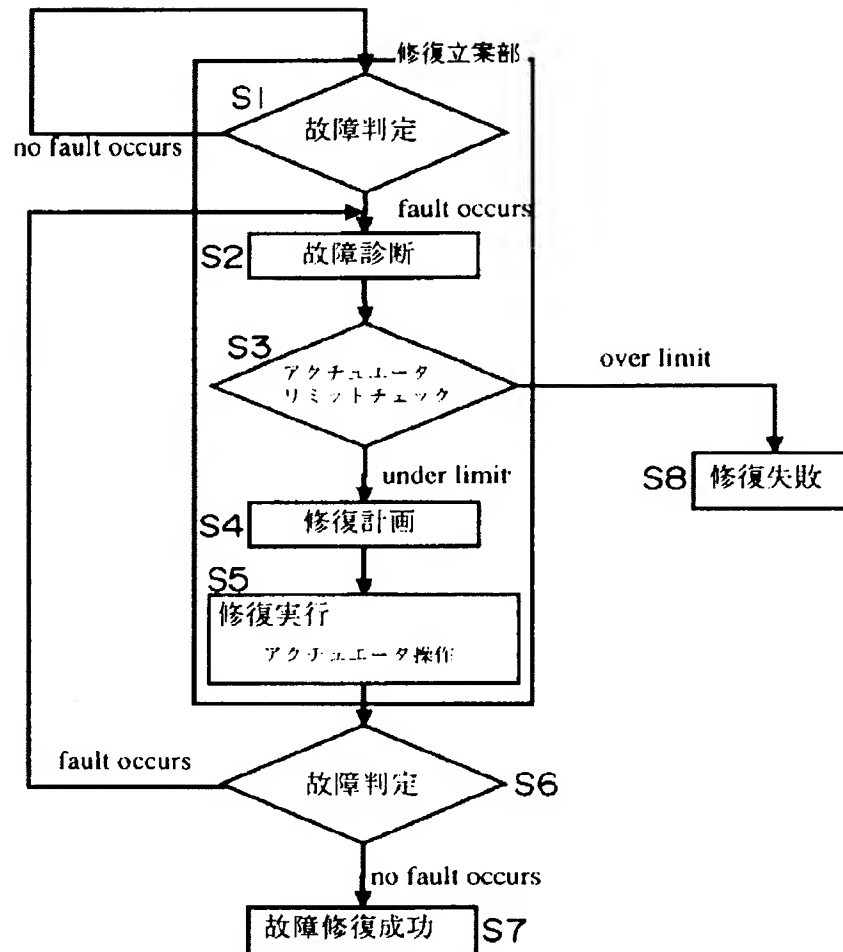
Parameter	Operation	Time(ms)
$\omega \text{ motor1}$	up	$20 + 3 \times X_{up}$
	down	$20 + 3 \times X_{down}$
$\omega \text{ motor2}$	up	$30 + 3 \times X_{up}$
	down	$30 + 3 \times X_{down}$
$\omega \text{ moto3}$	up	$10 + 3 \times X_{up}$
	down	$10 + 3 \times X_{down}$
$\omega \text{ moto4}$	up	$20 + 3 \times X_{up}$
	down	$20 + 3 \times X_{down}$
clutch1	on	16
	off	10
clutch2	on	16
	off	10

X: 操作量 (正の整数)

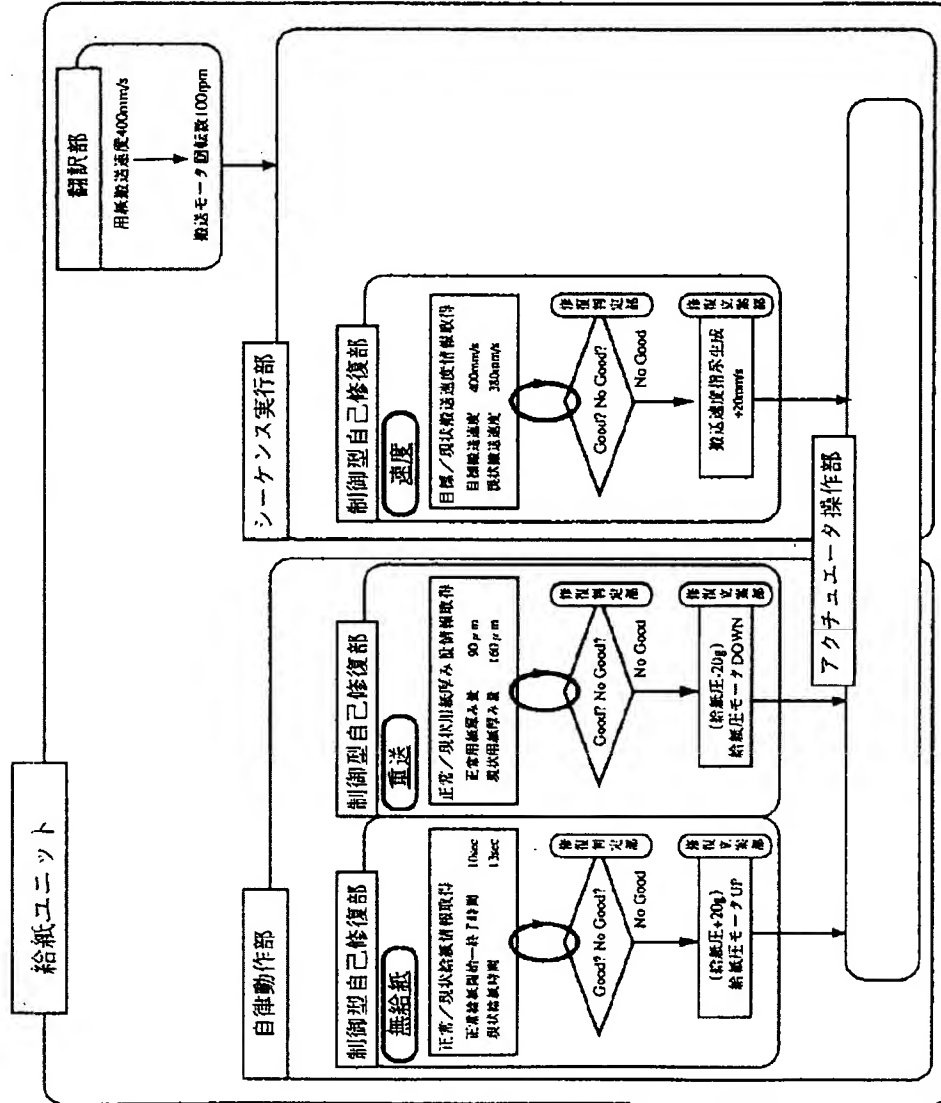
【図9】

Parameter	Operation	制御値0からの操作幅
$\omega \text{ motor1}$	up	127
	down	127
$\omega \text{ motor2}$	up	127
	down	127
$\omega \text{ moto3}$	up	40
	down	10
$\omega \text{ moto4}$	up	800
	down	1200
clutch1	on	
	off	
clutch2	on	
	off	

【図11】

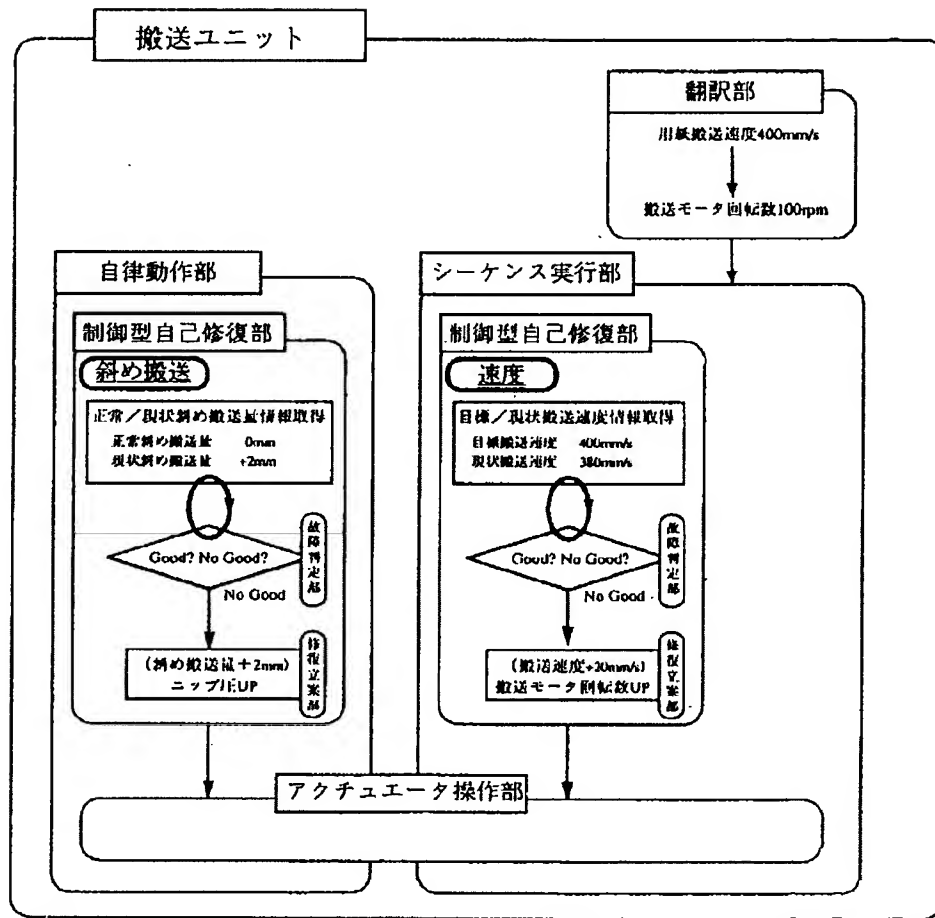


【図12】





【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 西野 博文  
大阪府大阪市中央区玉造1丁目2番28号  
三田工業株式会社内  
(72)発明者 勝原 健二  
大阪府大阪市中央区玉造1丁目2番28号  
三田工業株式会社内  
(72)発明者 高倉 利充  
大阪府大阪市中央区玉造1丁目2番28号  
三田工業株式会社内

(72)発明者 富山 哲男  
東京都台東区谷中3-21-5 メゾンドー  
ル大黒201  
(72)発明者 梅田 靖  
東京都多摩市永山1-3-3 プラザ永山  
215  
(72)発明者 坂尾 知彦  
東京都足立区梅田1-31-9 いずみハイ  
ツ204